

MAPEAMENTO DE USO E COBERTURA DA TERRA E CÁLCULO DE SUPERFÍCIE REAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACERIBU-RJ

Rafael Cardão Augusto¹
Evelyn de Castro Porto Costa²
Vinicius da Silva Seabra³

Resumo: Os produtos de Sensoriamento Remoto vêm sendo extensamente utilizados nos últimos anos. A interpretação das imagens possibilita a geração de mapas, através de ferramentas de Geoprocessamento, de onde é possível extrair informações sobre um determinado tema. Um dos principais enfoques da aplicação desta tecnologia está na caracterização das atividades do homem sobre a superfície terrestre, sendo os levantamentos de Uso e Cobertura da Terra uma informação de grande importância. O presente trabalho tem como objetivo o mapeamento de Uso e Cobertura da Terra da bacia hidrográfica do Rio Caceribu, no estado do Rio de Janeiro, utilizando classificação baseada em objetos, e cálculo de superfície real. Os resultados apresentaram a classe de agropasto como dominante, e os materiais e métodos utilizados reforçaram a importância das geotecnologias nos estudos ambientais. A presente pesquisa pode auxiliar na futura elaboração de planos gestores que tenham por objetivo a manutenção ou recuperação ambiental da bacia.

Palavras-chave: Uso e Cobertura da Terra; Classificação Baseada em Objetos; Superfície Real; Bacia Hidrográfica do Rio Caceribu.

MAPPING OF LAND USE AND LAND COVER AND ACTUAL SURFACE CALCULATION OF CACERIBU RIVER BASIN-RJ

Abstract: The products obtained by remote sensing technology have been widely used in recent years. The interpretation of the images makes it possible to create maps using geoprocessing tools, where it is possible to extract quantitative data. One of the main applications of this technology is in the characterization of human activities on the earth's surface, and the surveys of Land Use and Land Cover essential information for the understanding of human manifestations. This study aims to map Land Use and Land Cover of the basin of Caceribu River, in the state of Rio de Janeiro, using the object-based classification, and actual surface calculation. The results showed the pasture class as the dominant in the basin, and the materials and methods used met the objectives, reinforcing the importance of geotechnology in

¹ Mestrando em Geografia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ-FFP). rafaelcardao@hotmail.com.

² Graduanda em Geografia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ-FFP). evelynportocosta@yahoo.com.br.

³ Professor Adjunto do Departamento de Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ-FFP). vinigeobr@yahoo.com.br.

Estudos Geográficos, Rio Claro, 14(2): 43-56, jul./dez. 2016 (ISSN 1678—698X)
<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/estgeo>

environmental studies. This research may help in the future development of management plans that aim to environmental recovery of the basin.

Keywords: Land Use and Land Cover; Object-Based Classification; Actual Surface; Caceribu River Basin.

INTRODUÇÃO

Segundo Christofolletti (1980), os rios constituem os agentes mais importantes no transporte dos materiais intemperizados das áreas elevadas para as mais baixas, e dos continentes para o mar. Sua importância é capital entre todos os processos ambientais. Sendo assim, a drenagem fluvial é composta por um conjunto de canais de escoamento que formam a bacia de drenagem, definida como a área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Diante disso, as bacias de drenagem caracterizam-se como uma unidade organizada complexa, formada por subsistemas, cujas interações resultam na organização do sistema como um todo integrado (MATTOS & PEREZ FILHO, 2004). As condições climáticas, a cobertura vegetal e a litologia são fatores que controlam a morfogênese das vertentes e, por sua vez, o tipo de carga detrítica a ser fornecida aos rios. As bacias de drenagem constituem-se como sistemas abertos, já que recebem inputs externos (ex: entrada de chuvas) e perdas para o ambiente externo, os outputs (ex: sedimentos). Desta maneira, podemos afirmar que quaisquer impactos gerados em um ponto da bacia, resultarão em consequências que surtirão efeitos em toda bacia (COELHO NETTO, 1998).

A falta de percepção da maior parte da população sobre o papel da natureza, conjugada ao uso do solo desordenado e ao desmatamento, tem provocado sérias consequências ambientais, como poluição, erosão, assoreamento dos rios e inundações, que afetam diretamente a sociedade (VIEIRA & CUNHA, 2012). Sendo assim, por suas características, a bacia hidrográfica emerge como um recorte espacial de grande relevância para estudos ambientais, sobretudo no que diz respeito ao estado de conservação da vegetação, fator determinante na preservação do equilíbrio do sistema natural, sendo de suma importância a preocupação com a conservação da vegetação natural nestes locais.

Por trabalharem com um grande conjunto de variáveis, os estudos ambientais necessitam de metodologias e ferramentas que possibilitem a realização de análises espaciais. O Geoprocessamento, envolvendo os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e o processamento de imagens de Sensoriamento Remoto, é capaz de realizar esta função, através do tratamento de dados até a geração de informações georreferenciadas que auxiliam na busca de objetivos em diversos estudos (FLORENZANO, 2011).

Fazendo parte das técnicas de Sensoriamento Remoto, a classificação digital é uma das principais funções do processamento de imagens de satélite. Para a geração de um mapa, deve ser aplicada a classificação digital, a qual entendemos como o processo de extração das informações contidas nas imagens, utilizando ferramentas de SIG, com o objetivo de reconhecer e segmentar os padrões homogêneos (INPE, 2006).

Os métodos de classificação de imagens criam representações temáticas de feições dispostas sobre a superfície terrestre. Segundo Fitz (2008), estes métodos delimitam porções em que a resposta espectral dos alvos apresenta as mesmas características, e que tendem a se tornar unidades de área no mapeamento.

O método de classificação baseado em objetos possibilita o uso de diferentes atributos dos objetos para a sua diferenciação e classificação, se distinguindo dos métodos de classificação tradicionais, já que integra no processo outras origens, e não somente os atributos espectrais dos alvos (CRUZ *et al*, 2007). Os polígonos gerados na segmentação são usados para definir objetos dispostos sobre a superfície terrestre a partir de um conjunto de dados, como forma, textura, medida, contexto, e relações de vizinhança, agrupando-os em categorias ou classes temáticas mais precisas, delimitando objetos mais complexos e evitando longas etapas posteriores de edição manual (DEFINIENS, 2016). Uma das principais aplicações desta técnica está na identificação e classificação da cobertura vegetal e uso da terra.

Quanto aos estudos relacionados à ação do homem sobre a superfície terrestre, os levantamentos de Uso e Cobertura da Terra constituem informações básicas para o entendimento das manifestações humanas, caracterizadas pela distribuição dos materiais biofísicos sobre a superfície terrestre (LUCHIARI, 2005). O uso da terra é o ponto de interseção mais importante entre as atividades humanas e o meio (CASIMIRO, 2000), um termo que se refere ao modo como a terra é usada pelos seres humanos, estando, portanto relacionado à função socioeconômica (HEYMANN, 1994 *apud* IBGE, 2006).

Já a cobertura da terra refere-se apenas à distribuição dos materiais biofísicos sobre a superfície terrestre, sendo definida como os elementos da natureza, como a vegetação, por exemplo, além das construções artificiais criadas pelo homem (BURLEY, 1961 *apud* ANDERSON *et. al.*, 1979). Um parque nacional pode ter um uso de proteção e conservação, e ter como cobertura uma floresta Ombrófila (JENSEN, 2007). A cobertura da terra pode ser considerada, também, como a expressão das atividades humanas na superfície terrestre, e está diretamente ligada ao uso da terra e seu manejo. Os estudos que correlacionam a caracterização da cobertura da terra e a análise de seus diferentes usos e manejos são importantes ferramentas para a compreensão da intensidade das mudanças e o tipo das mudanças em determinadas áreas (SEABRA, 2012).

Florenzano (2011) abordou que a interpretação, tratamento e classificação de imagens de satélite se mostram eficientes no mapeamento do uso e da cobertura da terra, sendo capazes de realizar a distinção entre diferentes tipos de uso e de cobertura vegetal. Os resultados gerados por esses levantamentos auxiliam os processos de tomada de decisão, além de contribuir para a compreensão dos processos predominantes nas bacias hidrográficas (CHRISTOFOLLETTI, 1999).

Ao representar as referidas características através de um SIG, este oferece um modelo plano para representação das informações, não apresentando fidelidade com a realidade do terreno. Fernandes (2004) ressalta o quanto determinados elementos planimétricos possuem valores maiores de área e comprimento se avaliados em superfície real, ou seja, respeitando as irregularidades da superfície em que estão estruturados.

Deste modo, a fidelidade da área mapeada pode estar mais próxima através de técnicas desenvolvidas nas ferramentas de SIG, utilizando Modelos Digitais de Elevação (MDE) para calcular a área real das classes de cobertura vegetal e uso da

terra. A diferença de área adquirida através do cálculo de superfície real pode ser de grande pertinência para ações governamentais de planejamento territorial, aplicação de iniciativas de recuperação ambiental, comprovação de reserva legal em propriedades rurais, bem como as taxas e remunerações por estas envolvidas.

Diante do exposto, o presente estudo tem o objetivo de realizar o mapeamento de Uso e Cobertura da Terra da bacia hidrográfica do rio Caceribu, no estado do Rio de Janeiro, em escala 1:100.000, a partir de classificação baseada em objetos e cálculo de superfície real, abordando a diferença da área calculada na superfície plana e na superfície real de cada classe.

A bacia está localizada a leste da Baía de Guanabara, desaguando nesta o rio principal. A área abrange principalmente os municípios de Itaboraí, Tanguá, Rio Bonito e São Gonçalo, conforme a Figura 1. A importância da área de estudo deve-se a grande população, que conta com cerca de 300 mil habitantes, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), e por ser local de construção do Pólo Petroquímico do Rio de Janeiro (COMPERJ). O levantamento feito possui potencial de gerar subsídios à tomada de decisão a respeito da preservação ou recuperação ambiental da área

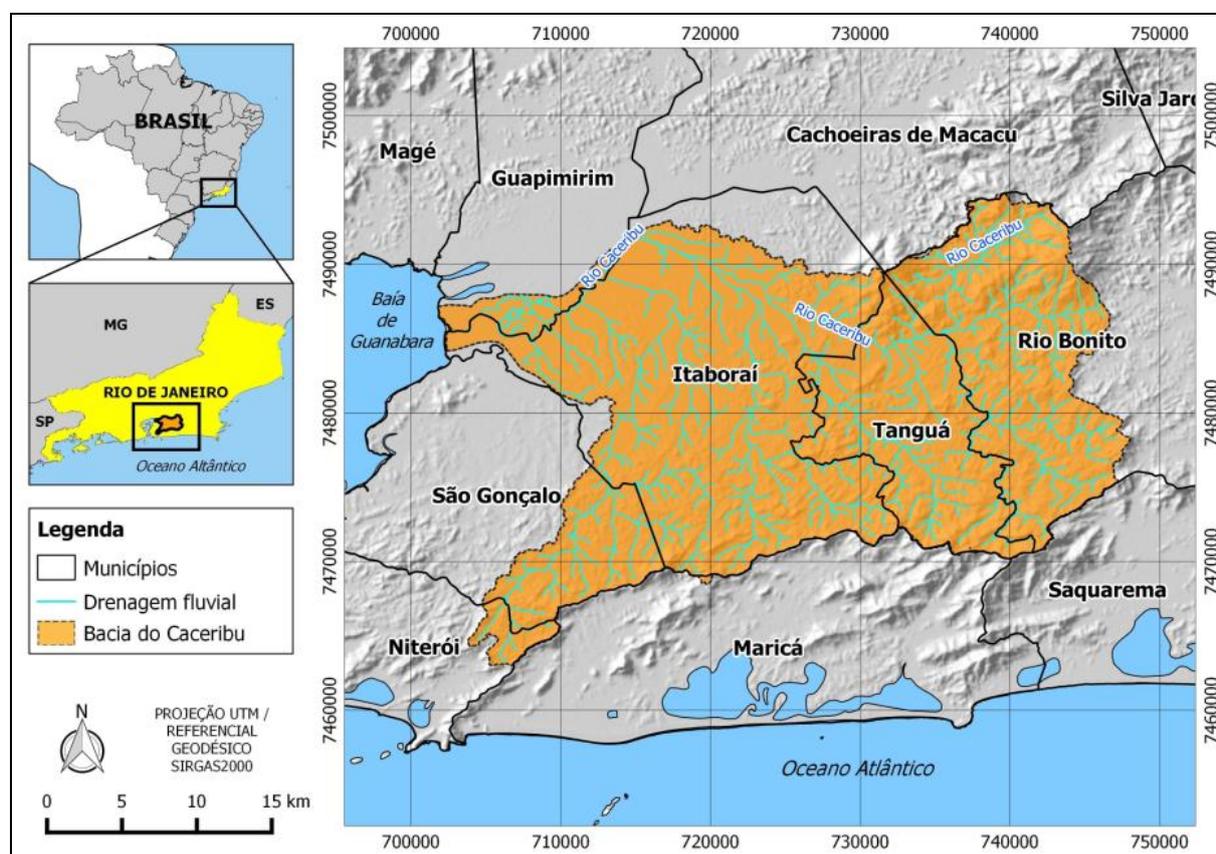


Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do Rio Caceribu.

Fonte: Augusto et. al., 2016.

MATERIAIS E MÉTODOS

A primeira etapa da metodologia consistiu na aquisição das imagens Landsat 8 sensor OLI, órbita 217 ponto 076, de 13 de fevereiro de 2015, na página da *U.S. Geological Survey* (USGS, 2015), sendo selecionadas as que possuem

maior nitidez e menor quantidade de nuvens para o referido período. Foram selecionadas das bandas 2 a 7 para aquisição (Tabela 1), e ambas foram submetidas ao processo de correção atmosférica pelo algoritmo 6S.

Tabela 1 – Especificações técnicas do sensor OLI Landsat 8

Nº da banda	Faixa espectral	Sensores	Resolução
1	0.43 - 0.45 (coastal blue)	OLI	30m
2	0.45 - 0.51 (blue)	OLI	30m
3	0.53 - 0.59 (green)	OLI	30m
4	0.64 - 0.67 (red)	OLI	30m
5	0.85 - 0.88 (NIR)	OLI	30m
6	1.57 - 1.65 (SWIR-1)	OLI	30m
7	2.11 - 2.29 (SWIR-2)	OLI	30m

Fonte: INPE, 2016.

Os efeitos causados por conta da absorção e do espalhamento atmosférico, devido à interferência das partículas presentes na atmosfera sobre a energia eletromagnética que chega a Terra, produzem a alteração do brilho da cena e a diminuição de contraste entre os alvos (ANTUNES *et. al.*, 2012). Por isso, é fundamental a execução da correção atmosférica nas imagens de satélite. Para a correção, foi utilizado o algoritmo 6S, que requer o preenchimento de parâmetros encontrados nos metadados da imagem.

Os parâmetros de entrada para a correção foram: modelo de atmosfera tropical; modelo de aerossóis urbano; e parâmetro de visibilidade de 30km. A superfície média da bacia é de 150m acima do nível do mar, obtida após análise da média de altitude em ambiente SIG. Além dessas informações, foram adicionadas também o zênite solar (33,6), o azimute solar (79,3), a data da imagem (13/02/2015), a hora universal (17.375800), e as coordenadas geográficas do centro da cena (-43.43557100; -23.11535100).

Após a realização da correção atmosférica, um projeto foi criado no software *Cognition Developer 64*, com a projeção UTM e o referencial geodésico WGS84, mesmos parâmetros das imagens Landsat. As imagens não passaram por processo de georreferenciamento já que estas já são fornecidas ortorretificadas pela USGS. No ato da criação do projeto, as imagens foram recortadas com uma máscara *shapefile* da área da bacia.

Feito isso, as imagens foram segmentadas utilizando o algoritmo *multiresolution segmentation*, com parâmetros de escala 40, forma 0.1 e compacidade 0.5. Os referidos parâmetros foram definidos após uma série de testes até que a segmentação mais satisfatória fosse atingida, em relação à homogeneidade da resposta espectral dos pixels da imagem. A imagem utilizada nas etapas de processamento e o respectivo recorte da área da bacia são visualizados na Figura 2, que indica também a localização dos principais centros urbanos e das rodovias que cortam a área de estudo, tendo como principal a Rodovia BR-101.

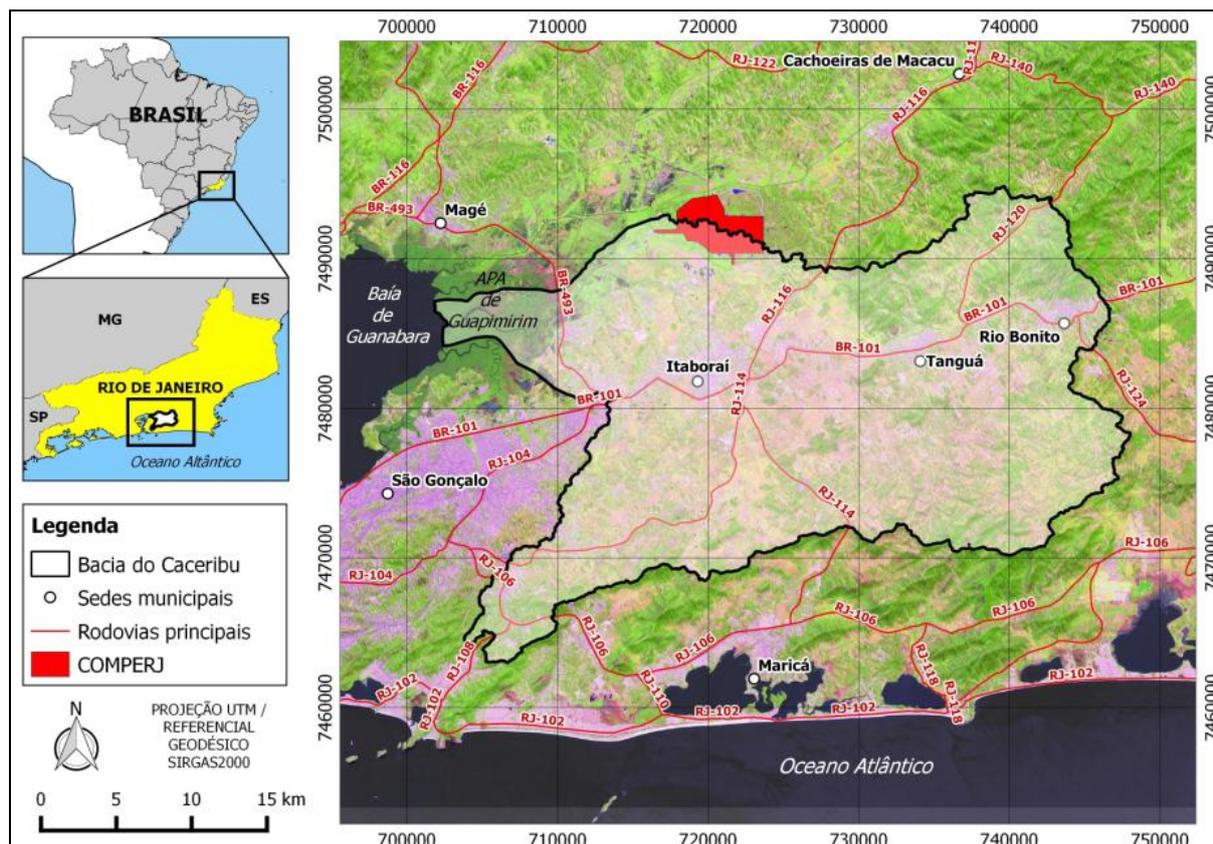


Figura 2 – Carta-imagem da bacia hidrográfica do Rio Caceribu. Composição R4G5B6. Projeção UTM Datum WGS84.

Fonte: Augusto et. al., 2016.

Após a segmentação da imagem da bacia, foram definidas as classes – floresta, mangue, agropasto, urbanização, solo exposto, água – segundo as chaves de interpretação contidas na Figura 3. Cerca de quinze amostras foram coletadas para cada classe em toda a área da bacia, e a descrição de cada classe definida segue, segundo o Instituto Estadual do Ambiente (INEA, 2010), IBGE (2012; 2013), e Seabra (2012):

- Floresta – Vegetação aluvial e demais coberturas naturais arbóreas, exceto mangue, abarcando nesta classe também os estágios evoluídos de recomposição florestal. Na área da bacia, a vegetação natural original é a Floresta Ombrófila Densa, sendo esta uma vegetação perenifólia, com dossel de até 50m.
- Mangue – Vegetação natural associada às margens de baías, enseadas, barras, desembocaduras de rios, lagunas e reentrâncias costeiras, onde haja encontro de águas de rios com a do mar;
- Agropasto – Áreas de vegetação rasteira e áreas de capoeiras, também chamadas de pasto sujo, utilizadas para criação de gado, abarcando nesta classe também as ocorrências de cultivos agrícolas em pequena escala, como os cultivos familiares, e os solos preparados para cultivo, quando houver.

- Urbanização – Ocupação urbana caracterizada por construções envolvendo nesta classificação os seus diferentes estágios: rarefeito (menor ocupação, envolvendo lotes vazios intercalando com residências); médio (ocupação contínua, com poucas interrupções, entre um e dois pavimentos); intensa (ocupação contínua, sem interrupções, com presença de variados tipos de construções acima de um pavimento), assim como diferentes tipos de urbanização, como complexos industriais.
- Solo exposto – Áreas de exploração de saibro, pedreiras, e solos preparados para construção civil em áreas urbanas ou industriais.
- Água – Espelhos d'água das lagoas ou de rios, incluindo áreas alagadas temporárias que estejam presentes na imagem, como afloramentos de lençol freático, e os lagos provenientes de extração em atividades mineradoras.

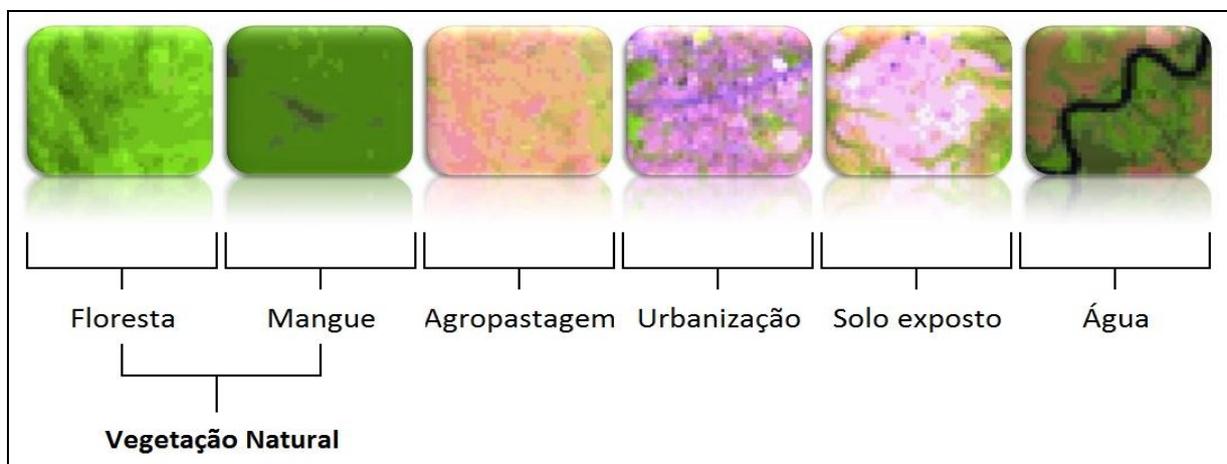


Figura 3 – Chaves de interpretação das classes.

Fonte: Augusto et. al., 2016.

Após as amostras coletadas, foi definida uma hierarquia de classes, e cada classe foi modelada utilizando lógica booleana nos descritores das médias (*mean*) das bandas onde a resposta espectral apresentou maior particularidade em comparação com as outras classes. As primeiras duas classes criadas com a modelagem foram: água e outros, sendo a última dividida em quatro classes: verde, urbano, solo exposto e agropasto. Uma imagem raster temática de geomorfologia da área da bacia foi adicionada ao projeto, e utilizada como descritor para definir que áreas verdes com cinco metros ou menos de elevação dizem respeito à classe de mangue, diferenciando-a da classe de floresta.

Após a conclusão da modelagem, três processos de classificação prévia foram executados, seguindo a hierarquia da modelagem, e utilizando o algoritmo *classification*. Primeiro foram classificadas água e outros; em seguida as diferentes classes de outros; e por fim as cinco classes finais. A classificação foi submetida à edição manual baseada em dados coletados em campo e interpretação de imagens de satélite. Com o fim da edição manual, o mapa de classificação de uso e cobertura da terra foi concluído. A hierarquia de classes e os descritores utilizados na classificação estão apresentados na Figura 4.

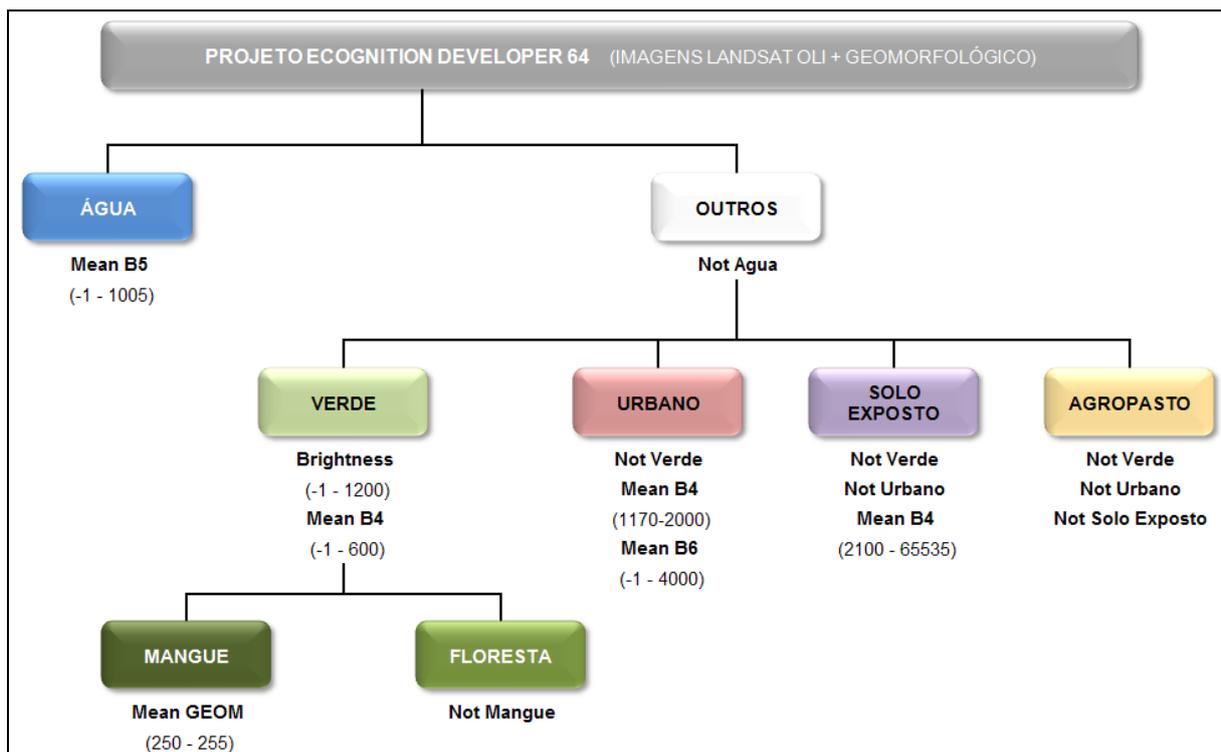


Figura 4 – Modelagem das classes de Uso e Cobertura da Terra.
Fonte: Augusto et. al., 2016.

A etapa final consistiu na exportação dos dados em formato *shapefile* para cálculo de superfície real em ambiente SIG e confecção do mapa. A superfície real, cálculo de área que leva em consideração as variações de altitude do relevo, foi gerada segundo a metodologia de Duarte et. al. (2013), que propôs a aplicação do cálculo para os fragmentos florestais no estado do Rio de Janeiro. Para o procedimento, foi adquirido o Modelo Digital de Elevação (MDE) 22S435ZN, disponibilizado pelo Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil (TOPODATA, 2016), com valor Z de altitude. O modelo de representação espacial foi convertido do formato grade regular (GRID) para TIN (*Triangulated Irregular Network*), um modelo triangular irregular, mais indicado para tal devido à sua forma capaz de representar melhor as variações locais acentuadas do relevo (FERNANDES, 2004).

O TIN foi recortado com a área da bacia do rio Caceribu, evitando assim o processamento desnecessário de uma área maior. Tanto o TIN quanto a camada de uso e cobertura foram convertidos para a Projeção Cônica Equivalente de Albers, que segundo a Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR, 2009) é uma projeção que mantém as propriedades de área, deformando-as menos. No *software* ArcGIS 10.1, foi utilizada a ferramenta *polygon volume*, do *3D analyst*, onde o modelo de superfície (TIN) e a camada geométrica com as classes de uso e cobertura foram selecionadas para realização do cálculo, gerando nesta uma tabela com as áreas da superfície plana (2D) e da superfície real (3D), em km². Todo o processo da metodologia está exposto na Figura 5.

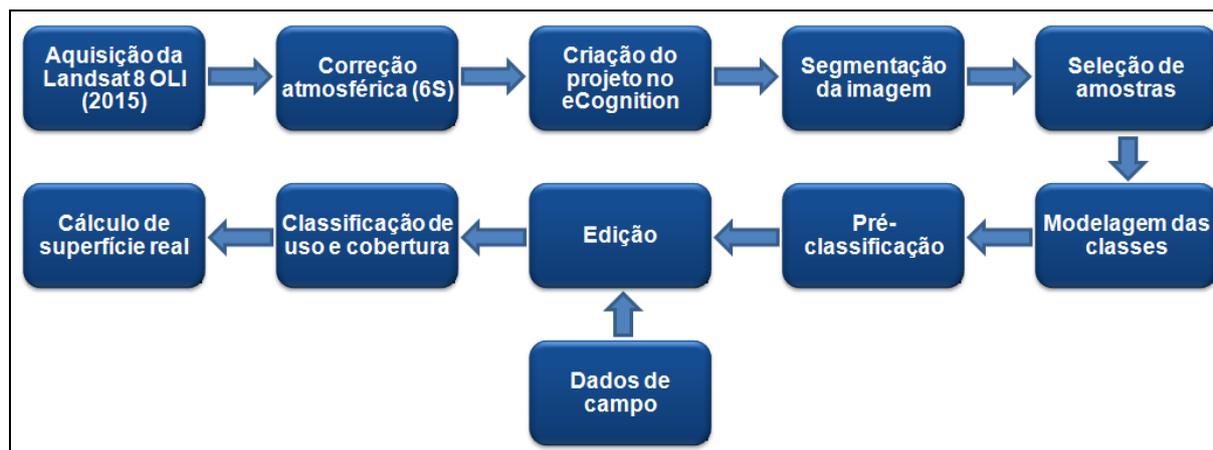


Figura 5 – Fluxograma Metodológico.

Fonte: Augusto et. al., 2016.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a conclusão dos resultados, duas análises principais foram feitas: a alteração dos valores de área das classes com o cálculo da superfície real, e a análise espacial da distribuição das classes de uso, considerando a área 3D. A área plana total classificada na bacia foi de 802.506km², passando a apresentar 820.536km² após o cálculo de superfície real, um aumento de 2,20%. Entre as classes, todas apresentaram aumento absoluto de área. A que apresentou maior diferença foi a de floresta, com um aumento de 4,10% após o cálculo 3D. Com a sobreposição da geometria de uso e cobertura sobre o MDE, esta classe está disposta sobre as áreas com as maiores variações de elevação do terreno, havendo, portanto, coerência na informação.

Com o cálculo da superfície real, a classe de agropasto apresentou um aumento de 1,31% da área total, enquanto as demais classes apresentaram aumentos absolutos inferiores a 1%. A área das superfícies plana e real estão representadas na Tabela 2, com o percentual de aumento da classe destacado na última coluna e na Figura 6.

Tabela 2 – Área das superfícies plana e real das classes de uso e cobertura

Classe	Área 2D (km ²)	Área 3D (km ²)	Aumento (km ²)	Dif.%
Água	2.779	2.781	3	0,09%
Mangue	35.037	35.098	61	0,17%
Solo exposto	16.097	16.142	45	0,28%
Área urbana	45.829	45.964	135	0,29%
Agropasto	416.925	422.476	5.550	1,31%
Floresta	285.839	298.075	12.235	4,10%
Total	802.506	820.536	18.030	2,20%

Fonte: Augusto et. al., 2016.

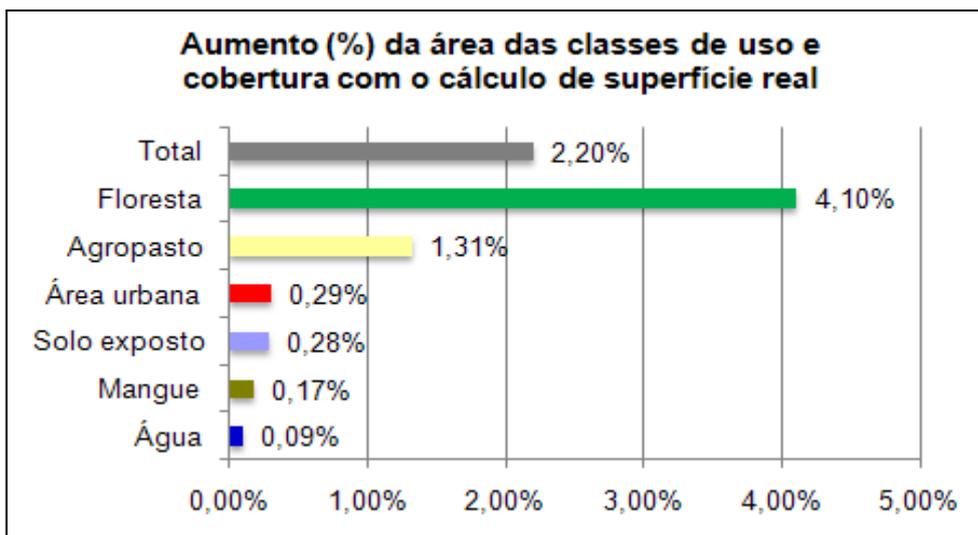


Figura 6 – Aumento da área das classes após o cálculo de superfície real.
Fonte: Augusto et. al., 2016.

Tanto a área da superfície plana, quanto da superfície real, foram calculadas a partir do mapa de Uso e Cobertura da Terra (Figura 7), considerando os valores de superfície real (Figura 8) para a realização das análises espaciais que se seguirão nas discussões dos resultados.

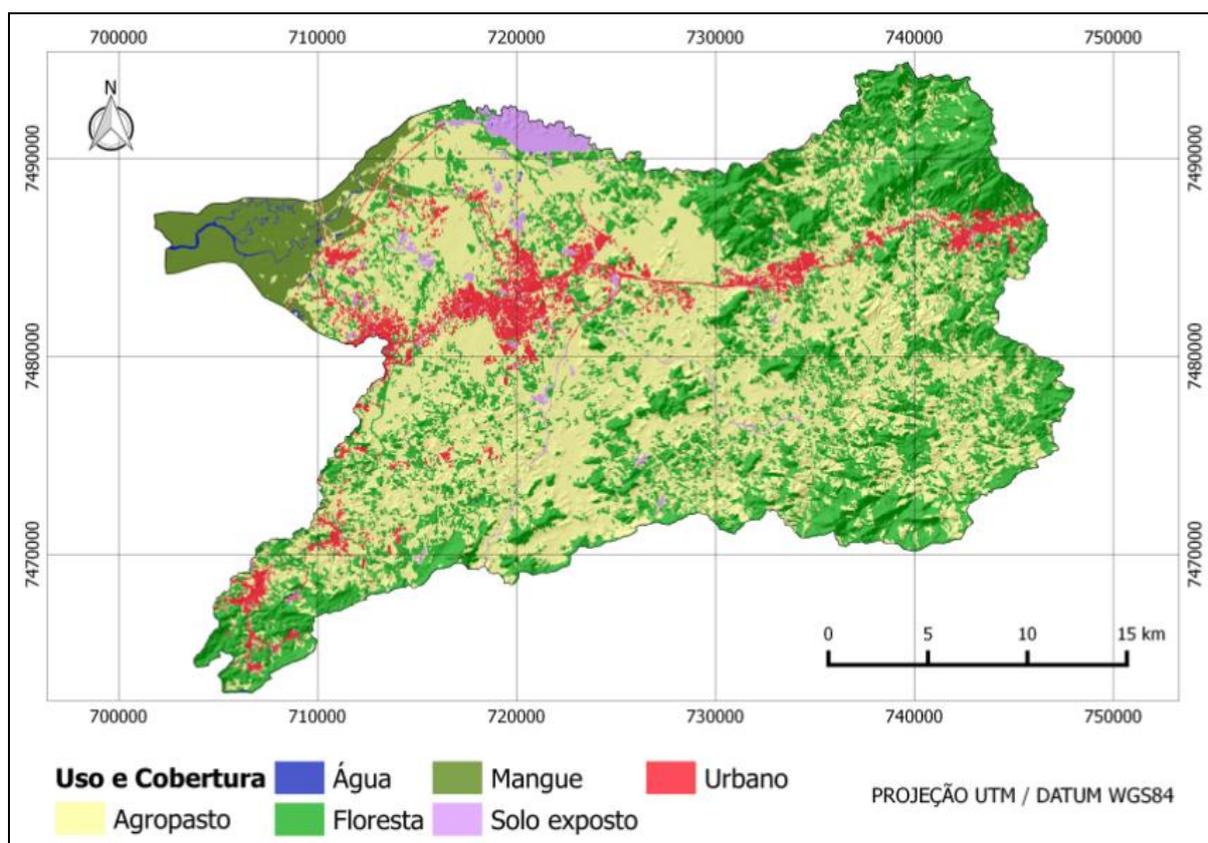


Figura 7 – Mapa de Uso e Cobertura da Terra da Bacia do Rio Caceribu em 2015.
Fonte: Augusto et. al., 2016.

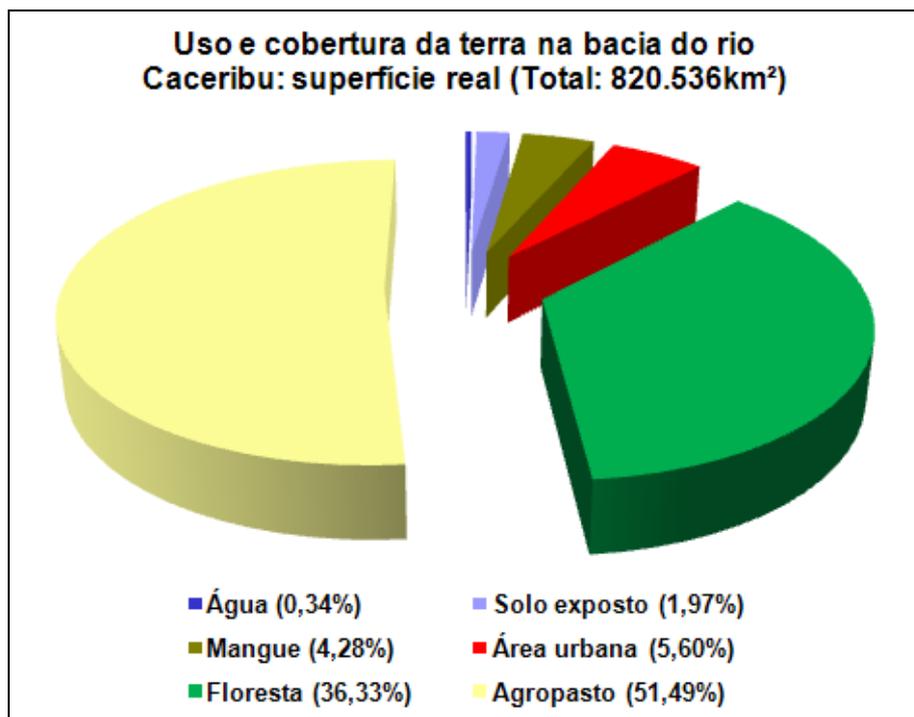


Figura 8 – Gráfico de percentual de área das classes.

Fonte: Augusto et. al., 2016.

Os resultados do cálculo de superfície real apresentaram a classe de agropasto como a dominante na área da bacia, com 422 km², ou cerca de 51,49% da área total. Esta classe encontra-se representada em toda a área da bacia, porém mais concentrada na parte oeste, sobretudo no município de Itaboraí, onde grandes quantidades de propriedades apresentam rebanhos bovinos, caracterizando a pecuária como a principal atividade rural da bacia. Estes dados foram observados em trabalhos de campo realizados em 2015 e evidenciados nos resultados da classificação.

A classe com a segunda maior área apresentada foi a de floresta, com 298 km² ou cerca de 36,33% da área total, estando esta mais concentrada na parte leste da bacia, com maior presença nas vertentes e divisores de água da bacia, e nas encostas do maciço de Tanguá, nos municípios de Tanguá e Rio Bonito.

Seguida da floresta, a área urbana apresentou 46 km² ou cerca de 5,60% da área da bacia, tendo maior representatividade ao longo da Rodovia BR-101, e nos perímetros urbanos de Rio Bonito e Tanguá, a leste, e, sobretudo no perímetro urbano de Itaboraí, a oeste. Áreas urbanas menores também a oeste correspondem a distritos de Itaboraí, como Manilha e Itambi, mais próximos aos limites da bacia.

Também mais concentrada a oeste, mais precisamente na Área de Proteção Ambiental (APA) de Guapimirim, onde se encontra a foz do rio Caceribu, a classe de mangue apresentou 35 km², ou cerca de 4,28% da área total. Presente numa unidade de conservação, esta classe apresentou considerável contiguidade espacial, refletindo relativa preservação deste ecossistema fluvio-marinho.

Apresentando áreas bem menores, as classes de solo exposto e de água completam a classificação. O solo exposto apresentou 16 km², ou cerca de 1,97% da área total, estando mais concentrado na parte norte da bacia, onde encontram-se as obras de construção do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (COMPERJ), além de áreas menores espalhadas sobretudo em volta do perímetro urbano de

Itaboraí. Estes dados refletem a intensificação da construção civil no município de Itaboraí desde o início da construção do COMPERJ, além da retirada de vegetação natural em áreas mais afastadas dos perímetros urbanos.

Seguido do solo exposto, a classe de água, mais representada na APA de Guapimirim, a oeste da bacia, apresentou 2,8 km², ou cerca de 0,34% da área total. A água apresenta-se na forma da foz do rio Caceribu e de alguns afluentes na rede hidrográfica da APA de Guapimirim.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de técnicas de sensoriamento remoto para a construção do mapa de uso e cobertura do solo, através de classificação baseada em objetos, mostrou resultados mais satisfatórios que os métodos tradicionais, o que refletiu num menor esforço de edição dos mapas finais. Além disso, o cálculo de superfície real também refletiu uma maior exatidão do valor de área das classes de uso, já que a classe de floresta, predominantemente disposta sobre áreas com maior variação de relevo, apresentou um aumento superior às outras classes.

O mapeamento dos tipos de usos e coberturas possibilitou espacializar as ocorrências, nas quais se verificou o amplo domínio do agropasto em detrimento das áreas de cobertura de vegetação natural, apresentando considerável presença também de áreas urbanas e de mangue.

A classificação baseada em objetos na bacia do rio Caceribu configura-se como um importante resultado desta pesquisa, uma vez que não só gerou subsídios para a determinação da distribuição do Uso e Cobertura da Terra, como também abriu uma série de possibilidades de investigação relacionadas à análise e gestão ambiental, auxiliando assim na tomada de decisão. É importante ainda salientar que todos os resultados encontram-se disponíveis em ambiente SIG, e poderão ser utilizados em outros estudos na área.

REFERÊNCIAS

ANSERSON, J. R.; HARDY, E. E.; ROACH, J. T.; WITNER, H. E. **Sistema de classificação do uso da terra e do revestimento do solo para utilização com dados de sensores remotos**. Tradução de Harold Strang. Rio de Janeiro: IBGE. (Série Paulo de Assis Ribeiro, n. 9). 1979. 78p.

ANTUNES, M. A. H.; DEBIASI, P.; COSTA, A. R. da; GLERIANI, J. M. Correção Atmosférica de Imagens Alos/Avnir-2 Utilizando o Modelo 6S. Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 64/4, pp.531-539, 2012.

CASIMIRO, P.J.C.C. Uso do Solo - Ecologia da Paisagem: Perspectivas de uma abordagem do estudo da paisagem em Geografia. **Revista DGPR**. Número 2. Lisboa: FCSH-UNL. 2000, pp.45-66.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2ª Edição. São Paulo: Edgard Blücher. 1980, 188p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgar Blücher. 1999, 256p.

Estudos Geográficos, Rio Claro, 14(2): 43-56, jul./dez. 2016 (ISSN 1678—698X)
<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/estgeo>

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de Encosta na Interface com a Geomorfologia. In: **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. Cunha, S. B. & Guerra, A. J. T. (Org). Rio de Janeiro. Bertrand Brasil. 1998, 472p.

CONCAR, Comissão Nacional de Cartografia. **Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil**. 2009. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/79350336/48/Tabela-5-5-4%E2%80%93Parametros-da-projecao-Conica-Equivalente-de-Albers-Brasil>. Acesso em maio de 2016.

CRUZ, C. B. M.; VICENS, R. S.; SEABRA, V.S.; REIS, R. B.; FABER, O. A.; RICHTER, M.; ARNAUT, P. K. E.; ARAÚJO, M. Classificação orientada a objetos no mapeamento dos remanescentes da cobertura vegetal do bioma Mata Atlântica, na escala 1:250.000. Florianópolis: **XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto: Anais**. 2007, pp.5691-5698.

DEFINIENS. **The Principles of Definiens Cognition Network Technology**. 2010. Disponível em: <http://earth.definiens.com/learn/technology>. Acesso em janeiro de 2016.

DUARTE, G.S.; LUCAS, G.M.F.; COURA, P.H.F.; FERNANDES, M.C.; BARROS, R.S. Análise da diferença entre superfície real e superfície planimétrica nos fragmentos florestais no estado do Rio de Janeiro. Foz do Iguaçu: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais**. 2013, pp.6588-6595

FERNANDES, M.C. **Desenvolvimento de Rotina de Obtenção de Observações em superfície Real: Uma Aplicação em Análises Geoecológicas**. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2004. 252p.

FITZ, P.R. **Cartografia Básica**. São Paulo: Oficina de Textos. 2008. 143p.

FLORENZANO, T.G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. 3ª Edição. São Paulo: Oficina de Textos. 2011. 128p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra**. Número 7. 2ª Edição. Rio de Janeiro: IBGE. 2006. 178p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE. 2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Número 1. 2ª Edição. Rio de Janeiro: IBGE. 2012. 271p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra**. Número 1. 3ª Edição. Rio de Janeiro: IBGE. 2013. 172p.

INEA – Instituto Estadual do Ambiente. **O Estado do Ambiente**. Rio de Janeiro: SEA. 2010. 160p.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Tutorial do Spring**. 2006. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/>. Acesso em: dezembro de 2015.

JENSEN, J.R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. Tradução: José Carlos Neves Epiphânio (Cor.) *et. al.* São José dos Campos, SP. 2ª Edição. 2007. 672p.

LUCHIARI, A. Algumas considerações sobre as aplicações dos produtos do Sensoriamento Remoto para levantamento do Uso e Revestimento da Terra. São Paulo. **Anais**. X Encontro de Geógrafos da América Latina. 2005, pp.8191-8218.

MATTOS, S.H.V.L.; PEREZ FILHO, A. Complexidade e Estabilidades em Sistemas Geomorfológicos: Uma introdução ao tema. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. Ano 5. 2004, pp.11-18.

SEABRA, V.S. **Análise da Paisagem em apoio aos estudos de favorabilidade à recuperação florestal na Bacia Hidrográfica do Rio São João**. Tese (Doutorado em Geografia). Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2012. 244p.

TOPODATA. **Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil**. Disponível em: <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>. Acesso em: junho de 2016.

USGS – United States Geological Survey. **Earth Explorer**. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: maio de 2015.

VIEIRA, V.T.; CUNHA, S.B. Mudanças na rede de drenagem urbana de Teresópolis. In: Guerra, A.J.T.; Cunha, S.B. **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. 9ª Edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2012, pp.111-145.

Artigo submetido em: 01/06/2016

Aceito para publicação em: 09/01/2017

Publicado em: 20/02/2017